

# Method and device for controlling slip and/or for determining the longitudinal force on a flex work-proportional parameter, and vehicle tire therefore

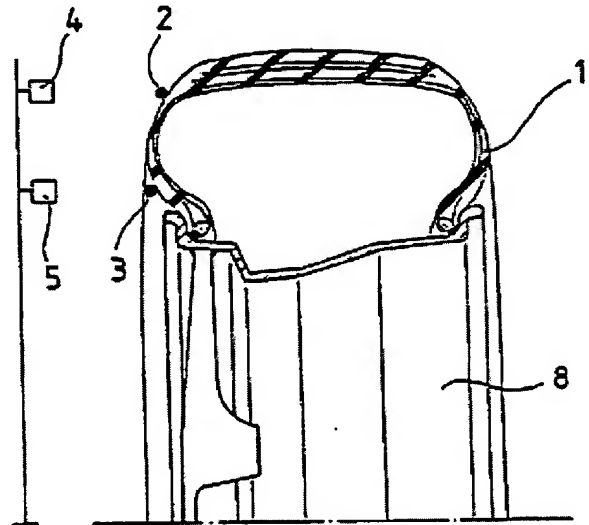
**Patent number:** DE4435160  
**Publication date:** 1996-04-04  
**Inventor:** DRAEHNE EBERHARD (DE)  
**Applicant:** CONTINENTAL AG (DE)  
**Classification:**  
- international: G01L5/00; G01M17/02; B60T8/32  
- european: B60T8/00B4B, B60T8/32D18, G01L3/14, G01P3/64, G01P15/16B, G01M17/02  
**Application number:** DE19944435160 19940930  
**Priority number(s):** DE19944435160 19940930

Also published as:

WO9610505 (A)  
EP0783419 (A1)  
US6161431 (A1)  
US5913240 (A1)  
EP0783419 (B1)

## Abstract of DE4435160

The invention concerns a method for permitting the greatest possible accelerations by means of friction. To this end, a novel method is used to determine the longitudinal force acting on a tyre, the spring deflection of the tyre, the contact area length or the load-pressure ratio. These values are determined by measuring the torsional deformation between a radially outer region of the wheel, preferably the shoulder region of the tyre, and a region lying further inwards radially, for example the tyre bead region or the wheel hub. Whereas hitherto the requirement that the wheel should rotate, but not the evaluating unit, was considered a hindrance to any measurements taken on the tyre, the preferred embodiment of the invention makes use of this very rotation: a given time interval elapses between the passing of a mark in the one radial region and the passing of a mark in the other radial region by a non-rotating phase plane which can be in any position. This time interval varies in reproducible dependence on the torsional deformation which in turn depends on the wheel load in the longitudinal and vertical directions. It is thus possible to determine which relationships apply in which positional planes and the manner in which these relationships can be utilized.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 35 160 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 01 L 5/00**  
G 01 M 17/02  
// B60T 8/32

⑳ Aktenzeichen: P 44 35 160.7  
㉔ Anmeldetag: 30. 9. 94  
㉕ Offenlegungstag: 4. 4. 96

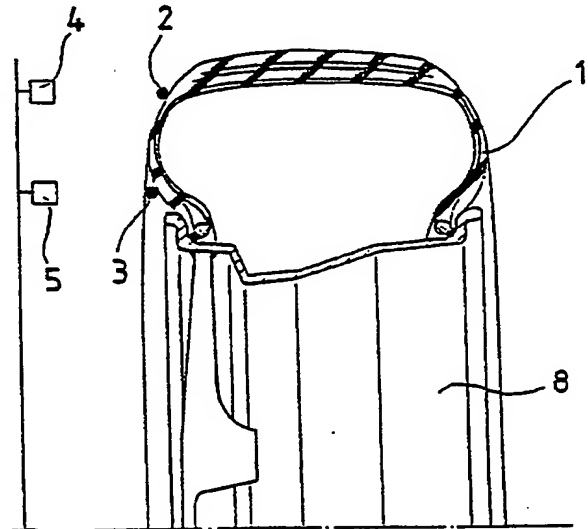
DE 44 35 160 A 1

㉚ Anmelder:  
Continental Aktiengesellschaft, 30165 Hannover, DE

㉛ Erfinder:  
Drähne, Eberhard, 30823 Garbsen, DE

⑤4 Einrichtung zur Ermittlung der Umfangskraft eines Fahrzeugrades

⑤7 Eine Einrichtung zur Ermittlung einer der wirksamen Umfangskraft eines aus Felge (8) und Reifen (9) bestehenden Fahrzeugrades proportionalen Größe am Reifen (9) ist gekennzeichnet durch mindestens ein in der Seitenwand (1) des Reifens (9) angeordnetes erstes Geberelement (2), mindestens ein weiteres gegenüber dem ersten Geberelement (2) radial weiter Innen liegendes zweites Geberelement (3), mindestens zwei fahrzeugfest angeordnete, mit je einem der Geberelemente (2, 3) zusammenwirkende Sensoren (4, 5), eine mit den Sensoren (4, 5) in Wirkverbindung stehende Auswerteeinheit zur Ermittlung des aktuellen Winkels ( $\alpha$ ) zwischen den Geberelementen (2, 3) aus den zu unterschiedlichen Zeitpunkten von den Sensoren (4, 5) gelieferten Signalen. Die Umfangskraft ist ein Maß der Antriebs- bzw. Bremskraft eines Rades. Hierdurch kann mittels des anderweitig ermittelten Schlupfs eine Information über die Griffigkeit des Untergrundes erhalten werden. Damit können Fahrzustände eines Fahrzeugs erkannt werden.



DE 44 35 160 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 98 602 014/298

8/28

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Ermittlung einer der wirksamen Umfangskraft eines aus Felge und Reifen bestehenden Fahrzeugrades proportionalen Größe am Reifen.

Bei mit einem Antiblockiersystem ausgerüsteten Fahrzeugen wird über diese Regeleinrichtung im Bremssystem das Blockieren der Räder beim Bremsen verhindert. Durch Erhöhung des Bremsdruckes beim Anbremsen nimmt der Bremschlupf zu und erreicht im höchsten Punkt einer Kraftschluß-Schlupfkurve die Grenze zwischen stabilem und instabilem Gebiet. Einer weiteren Erhöhung des Bremsdrucks bzw. des hieraus resultierenden Bremsmoments steht von hier an keine weitere Steigerung der Bremskraft mehr gegenüber. Je nach Verlauf der Schlupfkurve findet ein mehr oder weniger starker Abfall des Bremskraftbeiwertes statt. Das daraus resultierende Überschußmoment bewirkt ohne Antiblockiersystem ein Abbremsen des Rades bis zum Stillstand in kürzester Zeit, das sich in einem starken Ansteigen der Radverzögerung äußert. Dieser Verzögerungsanstieg wird durch die ABS-Sensoren, die die Radrehzahl überwachen, erfaßt.

Die ABS-Sensoren stehen mit einem elektronischen Steuergerät in Wirkverbindung, das einen Mikrocomputer enthält. Im Steuergerät wird aus den Drehzahlfühlersignalen die Radgeschwindigkeit sowie die Radverzögerung und -beschleunigung errechnet. Aus den Radgeschwindigkeiten beispielsweise aller Räder wird eine fiktive Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit gebildet. Mit dieser Referenzgeschwindigkeit und den einzelnen Radgeschwindigkeiten kann der Bremschlupf für jedes Rad berechnet werden. Aus den Signalen Radbeschleunigung und Schlupf wird eine eventuell vorhandene Blockierneigung der Räder bestimmt und der Regelvorgang entsprechend eingeleitet.

Wenn ein Fahrzeug über längere Zeit mit Schlupf an allen vier Rädern abgebremst wird, kann die Fahrzeugreferenzgeschwindigkeit nicht mehr zuverlässig ermittelt werden und das System verliert die Information über die tatsächliche Fahrgeschwindigkeit, die zur Berechnung des Schlupfs notwendig ist, und es gibt Regelprobleme.

Dasselbe Verhalten tritt auf, wenn ein mit einer Antischlupfregelung versehenes allradgetriebenes Fahrzeug über längere Zeit mit Schlupf beschleunigt wird.

Der Schlupf ist definiert durch den Quotienten aus der Differenz von Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs und Umfangsgeschwindigkeit des Fahrzeugrades und der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs.

Es ist bekannt, daß bei bestimmten Fahrbahnbelägen (Eis, Schnee, Schotter) keine optimale Antischlupfregelung möglich ist. Beim Bremsen bzw. Beschleunigen auf rechts und links unterschiedlich glattem Untergrund ( $\mu$ -Splitt-Bremsen) sind die Brems- bzw. Antriebskräfte aufgrund des unterschiedlichen Schlupfes rechts und links unterschiedlich hoch, und es entsteht ein Giermoment, das durch Gegenlenken ausgeglichen werden muß. Bei genauer Kenntnis der  $\mu$ -Schlupfkurve könnte der Regelvorgang optimiert und verbessert werden. Insbesondere könnte die Art des Fahrbahnbelags erkannt werden und das Fahrzeug könnte sich hierauf "elektronisch einstellen". Die  $\mu$ -Schlupfkurve gibt die am Rad wirksame Umfangskraft in Abhängigkeit vom Schlupf wieder. Sie ist ein Maß für die Antriebskraft und damit proportional zum Antriebs- bzw. Bremsmoment. Da die Umfangskraft aber an der Lauffläche des Reifens wirkt,

ist sie direkt kaum bestimmbar.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Ermittlung einer der wirksamen Umfangskraft am Fahrzeugrad proportionalen Größe am Reifen zu schaffen und einen entsprechenden Reifen zur Verfügung zu stellen.

Von dieser Problemstellung ausgehend ist eine erfindungsgemäße Einrichtung gekennzeichnet durch

- mindestens ein in der Seitenwand des Reifens angeordnetes erstes Geberelement,
- mindestens ein weiteres gegenüber dem ersten Geberelement radial weiter innen liegendes zweites Geberelement,
- mindestens zwei fahrzeugfest angeordnete, mit je einem der Geberelemente zusammenwirkende Sensoren zur Abgabe von Signalen,
- eine mit den Sensoren in Wirkverbindung stehende Auswerteeinheit zur Ermittlung des aktuellen Winkels zwischen den Geberelementen aus den zu unterschiedlichen Zeitpunkten von den Sensoren gelieferten Signalen.

Die Erfindung macht sich dabei den Effekt zunutze, daß die auf den Reifen wirkende Umfangskraft proportional zu der Verdrehung des Gürtels gegenüber der Felge ist. Die an den Sensoren vorbeilaufenden Geberelemente bewirken jedes Mal beim Passieren der Sensoren, daß an die Auswerteeinheit ein Signal abgegeben wird. Solange auf den Reifen keine Umfangskraft wirkt, wird also keine Verdrehung bzw. Verspannung des Gürtels gegenüber der Felge vorhanden sein. Die Signale der Sensoren werden folglich immer zur selben Zeit abgegeben. Verspannt sich der Gürtel gegenüber der Felge, gibt der mit dem radial weiter außen liegenden Geber zusammenwirkende Sensor je nach Richtung der Umfangskraft (Beschleunigen/Verzögern) früher oder später ein Signal ab. Durch die radial unterschiedliche Anordnung der Geberelemente kann auf die Verdrehung des Gürtels zur Felge, also den aktuellen Winkel zwischen den Geberelementen, aus der Phasenverschiebung des Signals zwischen gürtelnahem und felgennahem Geber/Sensor geschlossen werden. Der Winkel zwischen den Geberelementen gibt die Verspannung des Gürtels gegenüber der Felge an und die wiederum ist proportional zur wirkenden Umfangskraft. Das Vorzeichen der Phasenverschiebung gibt an, ob sich die Verspannung des Gürtels aufgrund zu großer Antriebs- oder zu großer Bremskräfte einstellt.

Das mindestens eine weitere Geberelement kann in der Seitenwand des Reifens oder in der Felge angeordnet sein. Je weiter die Geberelemente radial voneinander beabstandet sind, um so deutlicher fällt das Meßergebnis aus. Bei der Anordnung in der Felge muß sichergestellt sein, daß eine Verschiebung des Reifens auf der Felge ausgeschlossen ist. Wenn die Verschiebung des Reifens sicher ausgeschlossen werden kann, kann anstatt eines weiteren Geber-/Sensorelements vorzusehen auch der an der Radnabe angeordnete ABS-Sensor des Fahrzeugs verwendet werden.

Vorzugsweise ist eine Mehrzahl von Geberelementen auf je einem Kreis vorgesehen. Weiterhin vorzugsweise können die Geberelemente regelmäßig beabstandet sein. Durch die Vielzahl von Signalen bei einer Reifenumdrehung wird das Meßergebnis weiter verbessert.

Bei einem Ausführungsbeispiel der Erfindung können die Geberelemente außerdem auch in Umfangsrichtung zueinander versetzt angeordnet sein. Dies bietet den

Vorteil, daß die Elektronik der Auswerteeinheit zwischen Vorwärts- und Rückwärtsfahrt unterscheiden kann.

Zusätzlich zur Phasenauswertung kann auch eine Amplitudenauswertung vorgenommen werden. Eine Amplitudenauswertung gibt Aufschluß über die Seitenwandverformung des Reifens. Zur Amplitudenauswertung kann weiterhin vorzugsweise ein weiterer Sensor in der Nähe der Reifenaufstandsfläche fahrzeugfest angeordnet sein. Durch diesen dritten Sensor können gleichzeitig Seitenwandverformungen des Reifens in der Bodenaufstandsfläche ermittelt werden. Diese Seitenwandverformung ist abhängig vom Luftdruck, der Last und der am Reifen wirkenden Seitenkraft. Durch Vergleich der Messungen oben und unten am Reifen und eine geeignete Elektronik in der Auswerteeinheit ist es möglich, diese Einflußgrößen zu trennen, und es kann auf den Luftdruck und die Radlast geschlossen werden.

Sind fahrzeugfest viele Sensoren über den Reifenumfang angebracht und wird zusätzlich der Abstand des reifenfesten Gebers zu den fahrzeugfesten Sensoren gemessen, ergibt sich eine Information über die Verformung der Seitenwand über den Reifenumfang, nämlich über deren Länge, über deren Amplitude, über deren Welligkeit und deren zeitliche Konstanz. Aus diesen Werten läßt sich auf die Größen: Seitenkraft am Reifen, Radlast, Luftdruck und auch auf Reifenschäden an der Seitenwand schließen.

Die Kenntnis der Seitenkräfte an Vorder- und Hinterachse eines Fahrzeugs gibt Auskunft über das momentane Eigensterverhalten. Beim Untersteuern bzw. Übersteuern eines Fahrzeugs hat immer eine Achse noch Seitenführungsreserven. Werden diese richtig eingesetzt, kann das Fahrzeug auch kritischeren Situationen in der Kurve gehalten werden, ohne auszubrechen. Ist das momentane Eigensterverhalten durch die gemessenen Seitenkräfte bekannt, kann durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder oder durch geeignete Lenkkorrekturen bei elektronischen Vierradlenkungen beispielsweise korrigierend eingegriffen werden.

Ein Fahrzeugreifen zur Verwendung in der erfindungsgemäßen Einrichtung ist gekennzeichnet durch mindestens ein in der Seitenwand angeordnetes Geberelement. Vorzugsweise können in der Seitenwand auf einem Teilkreis auch mehrere Geberelemente angeordnet sein.

Die Verwendung mindestens eines weiteren, gegenüber dem Geberelement radial weiter innen liegenden Geberelements in der Seitenwand des Reifens kann unter Umständen kostengünstiger sein als dieses in der Felge anzuordnen. Es bietet aber insbesondere in Verbindung mit einer Amplitudenauswertung der Signale den Vorteil, daß zusätzliche Informationen über die Verformung der Seitenwand erhältlich sind.

Weiterhin vorzugsweise ist das wenigstens eine erste Geberelement möglichst nahe an der Lauffläche des Reifens angeordnet, da die Umfangskraft ihren Angriffspunkt in der Lauffläche hat, wodurch das Meßergebnis gesteigert wird.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Fahrzeugreifens sind den übrigen Unteransprüchen entnehmbar.

Anhand einer Zeichnung soll die Erfindung nachfolgend näher erläutert werden. Es zeigt:

Fig. 1—4 schematische Darstellungen eines erfindungsgemäß ausgebildeten Fahrzeugrades,

Fig. 5 die schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Einrichtung mit wenigstens zwei in der Seiten-

wand des Reifens angeordneten Geberelementen,

Fig. 6 die schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Einrichtung mit einem in der Seitenfläche des Reifens und einem in der Felge angeordneten Geberelement.

Bei vorliegenden Umfangskräften verspannt sich der Gürtel des Reifens 9 gegenüber der Felge 8. Zwei auf unterschiedlichen Kreisen angeordnete und damit radial beabstandete Geberelemente 2, 3 wirken mit entsprechenden Sensoren 4, 5 zusammen, die fahrzeugfest angeordnet sind und jedesmal wenn sie von den Geberelementen 2, 3 passiert werden, ein Signal in Form eines Spannungs- oder Stromimpulses liefern. Die Geberelemente 2, 3 können in der Seitenfläche 1 des Reifens 9 vorgesehen sein. Ebenso kann eines der Geberelemente 2 im Reifen 9 und das andere Geberelement 3 in oder an der Felge 8 befestigt sein. Zumindest das eine Geberelement 2 muß möglichst dicht an der Lauffläche 7 angeordnet sein. Durch die Verspannung des Reifen-Gürtels gegenüber der Felge 8 ändert sich der Winkel  $\alpha$  zwischen den Geberelementen 2 und 3 und damit die Phase zwischen den Signalen, die die Sensoren 4, 5 an die nicht dargestellte Auswerteeinheit liefern. Damit ist die Phase zwischen den Signalen proportional zur Umfangskraft am Reifen 9.

Die Geberelemente 2, 3 können an einer oder mehrerer Stellen des Radumfanges äquidistant oder in kodierten Abständen angebracht sein.

Es sind vielfache Ausgestaltungsformen der Geberelemente 2, 3 denkbar. Sie können als kleine Magnete, Metallstreifen, Metallstifte, magnetischen Gummistreifen, einem Lochband aus Metall oder einem anderen magnetischen Material, einem modulierten Magnetband oder anderem magnetisch aktiven Material, optisch reflektierenden Streifen, periodische Erhebungen nahe der Gürtelkante mit eingehitzten oder nachträglich ein- oder angebrachten magnetisch leitfähigen Materialien sein. Ebenso ist denkbar, daß die Gürteldrähte, deren Enden zackenförmig aus dem Umfang ausgefranst sind, die Geberelemente bilden. Auch können magnetisch leitende Cordfäden oder Cordfädenteile den Textilkarkassen zugefügt werden. Zur besseren Erkennung bei LKW-Reifen können die Stahlkarkassefäden auch durch magnetisch nicht leitende Cordfäden unterbrochen sein.

Die Geber 2, 3 können sowohl außen als auch innen in den Reifen 9 eingehitzt werden.

Zweckmäßigerweise werden als Sensoren 4, 5 Hallensoren, magnetorestriktive oder induktive bzw. optische Sensoren verwendet.

Wie Fig. 6 entnehmbar ist, kann nahe der Reifenaufstandsfläche 11 ein zusätzlicher Sensor 10 angeordnet sein. Mit dem Luftdruck eines Reifens ändert sich — speziell an der Seitenwand 1 — seine Kontur. Damit wird der Abstand des Geberelements 2 zu den Sensoren 4 und 10 beeinflusst. Wandert das Geberelement 2 am oberen Sensor 4 vorbei hat das erzeugte Signal eine andere Amplitude als das vom Sensor 10 erzeugte Signal wenn das Geberelement 2 an diesem vorbeiwandert. Die durch die Fliehkraft am Reifen hervorgerufenen Konturänderungen können, da sie empirisch ermittelbar sind, in der Auswerteeinheit entsprechend berücksichtigt werden. Mit der erfindungsgemäßen Einrichtung ist es daher auch möglich, den Luftdruck bzw. Luftdruckänderungen zu erfassen.

1. Einrichtung zur Ermittlung einer der wirksamen Umfangskraft eines aus Felge (8) und Reifen (9) bestehenden Fahrzeugrades proportionalen Größe am Reifen (9), gekennzeichnet durch
  - mindestens ein in der Seitenwand (1) des Reifens (9) angeordnetes erstes Geberelement (2),
  - mindestens ein weiteres gegenüber dem ersten Geberelement (2) radial weiter innen liegendes zweites Geberelement (3),
  - mindestens zwei fahrzeugfest angeordnete, mit je einem der Geberelemente (2, 3) zusammenwirkende Sensoren (4, 5) zur Abgabe von Signalen,
  - eine mit den Sensoren (4, 5) in Wirkverbindung stehende Auswerteeinheit zur Ermittlung des aktuellen Winkels ( $\alpha$ ) zwischen den Geberelementen (2, 3) aus den zu unterschiedlichen Zeitpunkten von den Sensoren (4, 5) gelieferten Signalen.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine erste Geberelement (2) gegenüber dem wenigstens einen weiteren Geberelement (3) in Umfangsrichtung versetzt angeordnet ist.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine weitere Geberelement (3) in der Seitenwand (1) des Reifens (9) angeordnet ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine weitere Geberelement (3) in oder an der Felge (8) angeordnet ist.
5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Geberelementen (2, 3) vorgesehen ist.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberelemente (2, 3) regelmäßig auf je einem Teilkreis angeordnet sind.
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein weiterer Sensor (10) in der Nähe der Reifenaufstandsfläche (11) fahrzeugfest angeordnet ist.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von fahrzeugfesten Sensoren (4) dem wenigstens einen in der Seitenwand (1) angeordneten Geberelement (2) zugeordnet ist.
9. Fahrzeugreifen für die Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch mindestens ein in der Seitenwand (1) angeordnetes Geberelement (2).
10. Fahrzeugreifen nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl von in der Seitenwand (1) auf einem Teilkreis angeordneter Geberelemente (2).
11. Fahrzeugreifen nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der Seitenwand (1) mindestens ein weiteres, gegenüber dem Geberelement (2) radial weiter innen liegendes Geberelement (3) vorgesehen ist.
12. Fahrzeugreifen nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das eine Geberelement (3) gegenüber dem anderen Geberelement (2) in Umfangsrichtung versetzt angeordnet ist.
13. Fahrzeugreifen nach Anspruch 10 oder 11, da-

durch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von radial weiter innen liegenden Geberelementen (3) auf einem Teilkreis angeordnet ist.

14. Fahrzeugreifen nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberelemente (2, 3) aus Metall bestehen.

15. Fahrzeugreifen nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberelemente (2, 3) magnetisch sind.

16. Fahrzeugreifen nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberelemente (2, 3) optisch reflektierend ausgebildet sind.

17. Fahrzeugreifen nach einem oder mehreren der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Geberelemente (2, 3) über die Seitenwand (1) hervorstehen.

18. Fahrzeugreifen nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das eine Geberelement (2) möglichst nahe an der Lauffläche (7) angeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

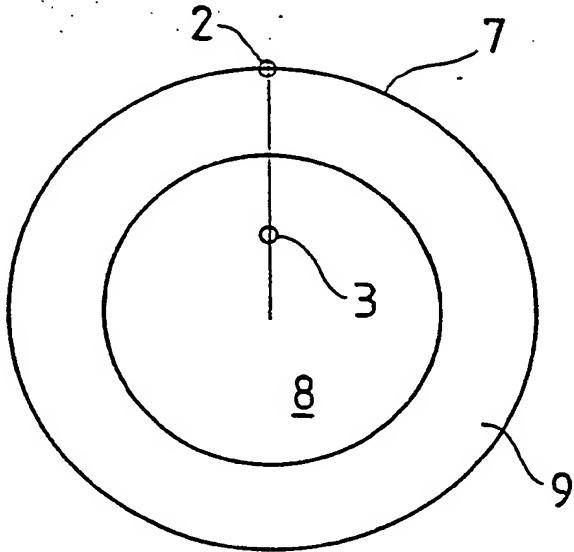


FIG. 2

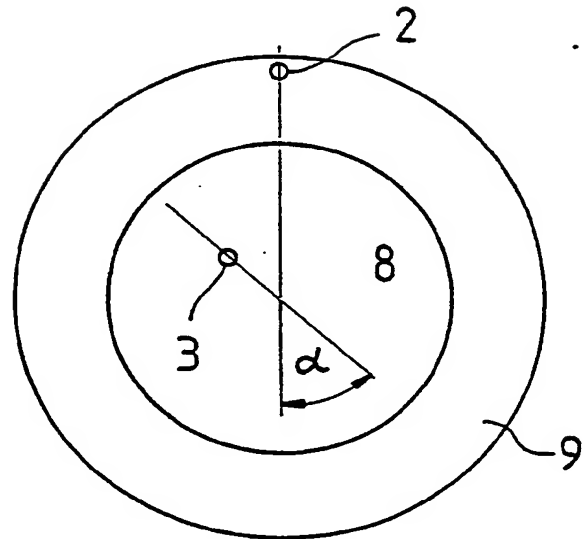


FIG. 3

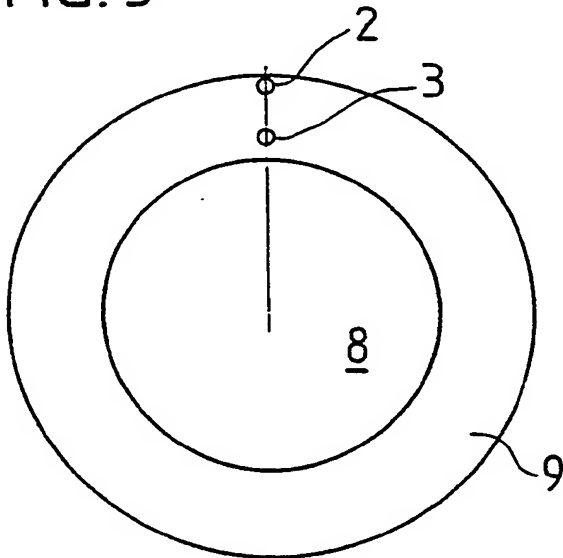


FIG. 4

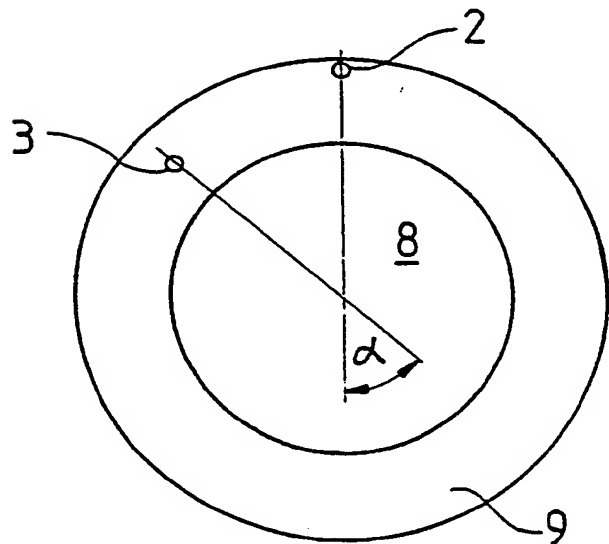


FIG. 5

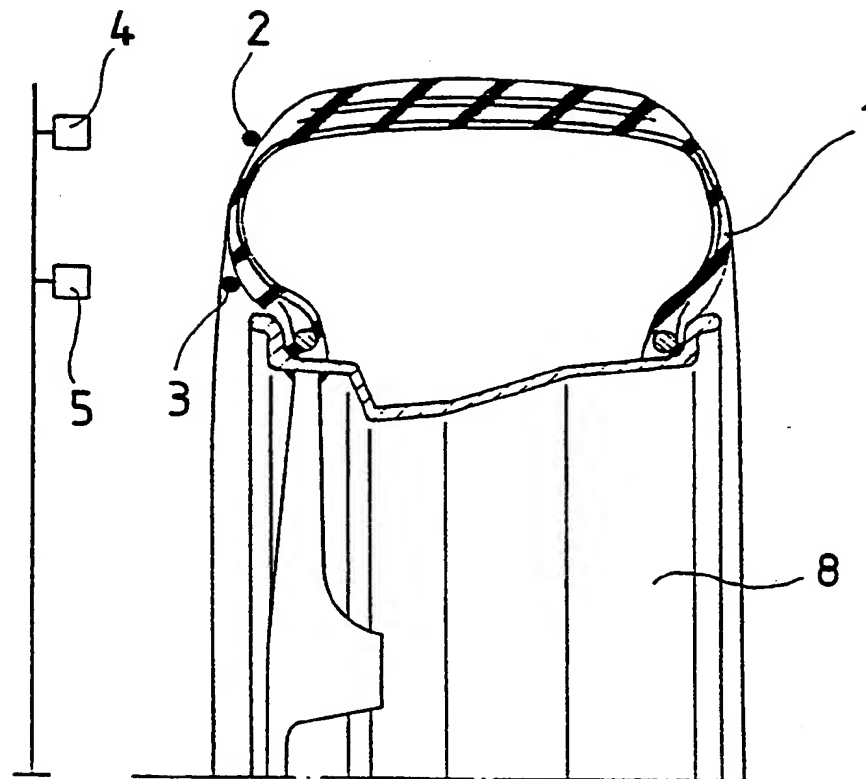




FIG. 6

